

673

# 集成电路及微机应用手册

林家瑞 主编



A0959727

华中科技大学出版社

## 图书在版编目(CIP)数据

集成电路及微机应用手册/林家瑞 主编  
武汉:华中科技大学出版社,2001 年 11 月  
ISBN 7-5609-2567-7

I. 集…  
II. 林…  
III. 集成电路-应用  
IV. TN431

集成电路及微机应用手册

林家瑞 主编

责任编辑:黄以铭  
责任校对:蔡晓璐

封面设计:秦 茹  
责任监印:张正林

出版发行:新华书店湖北发行所

武昌喻家山 邮编:430074 电话:(027)87545012

录 排:华中科技大学出版社照排室  
印 刷:湖北新华印务有限公司

开本:787×109<sup>2</sup> 1/16  
版次:2001 年 11 月第 1 版  
ISBN 7-5609-2567-7/TN·63

印张:15.75  
印次:2001 年 11 月第 1 次印刷

字数:358 000  
印数:1—3 000  
定价:25.80 元

(本书若有印装质量问题,请向出版社发行部调换)

# 前 言

---

本书以 100 多种常用集成电路芯片为线索,以约 800 个数字集成电路与线性集成电路应用实例为主要内容,并附以 20 多家国际知名半导体制造厂家的数十种集成电路系列、1400 多种集成电路产品供查询选购之用。本书既是 40 多年来集成电路发展的缩影,又反映了当代微电子技术应用的若干新成果。本书图文并茂,以用为主。适于作为大专院校师生的教学参考书,又适于作为电子工程师设计的参考书。

集成电路,又称微电子芯片,为微电子技术的核心。它是利用微细工艺处理技术,将成百、上千甚至上万个彼此分立的电子元器件及其相互之间的连线,按照一定规律,全部制作在一块小小的半导体硅片上,换句话说,它是将各种分立的电子元器件“集”合而“成”的一个构体。这种构体硅片具有由许多单个元器件制作的电子线路同样的功能,但性能往往比普通电子线路更佳。

电子元器件是各种电子设备的基本构件,倘若将电子设备比作高楼大厦,那么,电子元器件就是一砖一瓦。1906 年,人类发明了电子管,从而导致了无线电通信、雷达、电视、无线电广播、电子计算机以及各种电子仪器的问世。1947 年半导体晶体管面世,电子技术产生了由真空转为固体的巨大变化,从而使电子设备步入小型化、轻量化和省能化的道路。1958 年,由于半导体表面处理技术的发展,使在半导体表面形成晶体管成为可能,经与导线、电阻器与电容器等元器件连接就形成了集成电路。

在半导体世界里,有一条被称为“莫尔法则”(莫尔是最初创立发明集成电路的美国仙童公司的主要人物之一)的经验规律,即半导体硅片的集成度按以下规律增长:在同一块大小的硅芯片上能容纳的电路数,3 年增至原来的 4 倍,6 年内增至 16 倍,9 年后则增至 256 倍……,依此速度,集成电路将不断向高密度(大容量)方向发展。回首集成电路的发展历程,它正是沿着莫尔所设想的轨道运行。1958 年,小规模集成电路(SSI)问鼎于世,当时只能在每片微电子芯片上集合组装 100 个以下晶体管;到了 20 世纪 60 年代中期,集成电路的集成度水平已经提高到每块芯片上集成几百甚至上千个元器件(指晶体管),涌现了中规模集成电路(MSI);20 世纪 70 年代是集成电路飞速发展的时期,集成电路已经进入每块芯片上集成 1 000~100 000 个晶体管的大规模集成(LSI)阶段;80 年代是超大规模集成电路(VLSI)崭露头角的时期,每块芯片上集成的晶体管数已经达到 10 万~100 万个;进入 90 年代以后,集成电路跃入极大规模集成(VLSI)阶段;每块芯片上的晶体管数目已经突破了百万个大关,现在正朝着最大规模集成(ELSI)和巨大规模集成(GFSI)方向发展。与此相适应的光刻加工精度从十几微米发展到 8 微米、5 微米乃至 1 微米,目前发展到亚微米、深亚微米(小于 0.35 微米)。世界上研制水平最高的集成电路能在一张普通邮票大小(350 平方毫米)的硅片上集成 5 亿多个晶体管,元器件的最大尺寸只有 0.25 微米。

半导体集成电路的魅力在于,它和分立的晶体管电路比较,具有很多突出的优点,主要体现在小、轻、省、快、高和易六个字上。“小”指集成电路的体积小;“轻”指集成电路的重量轻;

“省”指集成电路耗电省;“快”指集成电路运行速度快;“高”指集成电路可靠性高;“易”指集成电路易于进行大批量自动化生产。说来也巧,在世界各国的高技术园区里,几乎都冠以一个“硅”字,像美国的“硅谷”、“硅平原”,日本的“硅岛”,英国的“硅地”等。这样的称谓,恐怕与集成电路的重要性有关,因为高纯度的硅恰恰是集成电路芯片的重要原料。纵观世界科学技术的发展史,从来没有一项技术能像微电子技术那样如此深刻地、广泛地影响和改变着人们的生活。

当你手持电话机和远涉重洋的亲友畅谈时,你可曾想到这是“硅片创造的业绩”,使通话双方“远在天边近在耳旁”;当你坐在电视机前观看世界杯足球赛的精彩场面时,你可曾想到,这里也有微电子技术的一份功劳,它使得人造卫星升空并从地球外的中继站上传发信息;当你打开收音机,调节旋钮选择频率时,你仿佛在很短时间内周游了全国乃至全世界,你可曾想到,没有微电子技术,能有这样的情景吗?当心脏病患者因心力衰竭而苦恼时,只要往体内植入一块小小的心脏起搏器,就可以使他正常生活,倘若没有微电子技术,哪有“人造心脏泵”的问世!微电子技术像是一颗顶级红星,以至于今天的“技术”一词几乎成为微电子技术的简称。

微电子技术渗透力很强,附加价值很高。传统的机床加工效率低,加工精度差,倘若引入了微电子技术,成为数字式控制的机床时,就将如虎添翼,面目一新,机械加工的效率和精度都将大幅度提高。如果说,传统的产业引入微电子技术以后能增加生产力,那么,新型产业与微电子技术结缘,则会创造出新的生产力。据联合国工业发展组织统计,全球发达国家国民生产总值(GNP)增长部分中,近 2/3 与微电子技术市场集成电路有关。现代经济发展数据也表明,1 元人民币的集成电路产值可以支持 10 元人民币的电子工业产值、100 元~300 元人民币的国民生产总值。将微电子技术喻为经济发展的倍增器是非常确切的。

我国集成电路产业始建于 20 世纪 60 年代中期,经过 30 多年的不懈努力,已具备了一定的生产规模和发展基础。“八五”期间国家实施的集成电路 908 专项工程,有的已建成投入运行。目前产业布局相对集中,已形成了主要由 5 个芯片制造主干企业,20 多个设计单位,10 多个专业封装厂组成的产业雏形。我国集成电路“八五”期间平均年增长率为 38%。1996 年产量为 7.58 亿块电路,比 1995 年增长 47%。有关单位曾按国内整机生产量预测,1996 年国内集成电路需求量约 22 亿块,但实际销售量却超过上述预测值的 3 倍以上。1996 年我国进口集成电路 62.22 亿块,进口额 25.74 亿美元,出口集成电路 12.40 亿块,出口额为 5.27 亿美元。国产集成电路占国内市场的 20%左右。为了满足国民经济发展的需要,“九五”计划将电子工业列为带动国民经济增长的支柱产业,把集成电路产业放在优先发展的重要位置。目前正在建设的 909 工程,是国家实施“九五”计划和培育新经济增长点的重要战略部署。2000 年的发展目标是集成电路产量超过 25 亿块,国内市场中占有率达 30%以上。主流产品达到亚微米水平,0.5 微米水平的产品实现规模生产。科研开发水平为 0.3 微米。国内集成电路主要由外商独资、合资、国有等企业生产厂家提供。制造商主要有:天津摩托罗拉、北京首钢 NEC、无锡华晶、上海贝岭、上海先进、绍兴华超等。国内已形成的集成电路后封装企业主要有江阴长江、新会硅峰微电子公司等。国外在华在建和已建成的后封装合资企业有深圳汤泰、上海阿尔泰克、上海英特尔、上海松下、苏州哈里斯、三星、日立、西门子、AMD、南通富士通、北京四通三菱、无锡华芝等,这些合资公司的大量产品均用于出口或返销国外。

“科技以人为本”,我国微电子技术的发展,需要有成万、成十万掌握微电子技术设计、开发和应用之人才。

本书正是为适应我国集成电路应用发展与广大读者的实际需要而编写的。本书共分五章,第一章是基本电子元器件、集成电路及其基本概念的复习,为初学者提供了基本集成电路符

号,逻辑表达式及使用中应注意的事项。第二章介绍 MOS/NMOS/CMOS 数字集成电路、给出了门电路、组合逻辑集成电路、时序逻辑集成电路系列以及若干常用微处理器,单片机及其支持器件的应用实例。第三章介绍 TTL 数字集成电路,给出门电路、组合逻辑集成电路、时序逻辑集成电路及其应用实例。第四章介绍线性集成电路,以集成运算放大器为主,辅以稳压器、定时器,压控振荡器、功率放大器以及光电耦合器件及其应用实例。第五章介绍国际 20 多家著名半导体厂家 40 多种系列、1400 多种集成电路产品。为便于读者阅读与使用,书末还附有“我国常用电子元器件符号表”、“国际通用与我国部颁基本逻辑电路符号对照表”、“本书所用英文缩略词英汉对照表”、“世界企业 500 强的电子公司”以及“世界主要半导体公司生产点”。

参加本书编写工作的有林家瑞(第三、四、五章)、徐邦荃(第一、二、四、五章)、张凯(第三、四章)、方烈义(第三章)、朱帆三(2.6.2,2.6.3,2.6.5)、陈瑞红(2.7.4,2.7.5 以及第五章的一部分)、林雪梅(4.7)、林岚(2.9,5.6)、周云波(5.0,5.9)。另外赵英俊同志为本书的校阅作了许多的具体工作,全书电路图由谭曙、陈瑞红、黄春明、徐凯、顾正等同志在计算机上绘制。全书由林家瑞教授担任主编。本书曾承华中理工大学电子技术基础教研室康华光教授、瞿安连教授审阅并提了宝贵意见,在此致以衷心感谢。

限于编著者的水平,书中难免挂一漏万,对此,敬请广大读者赐教。

主编 林家瑞

2001 年 5 月于武昌华中科技大学

# 表 1 本书所用文字符号

|           |           |           |                 |
|-----------|-----------|-----------|-----------------|
| $A$       | 放大倍数      | $R_o$     | 输出电阻            |
| $A_{OL}$  | 运算放大器开环增益 | $R_S$     | 限流电阻            |
| $B$       | 桥式整流器、电池  | $S$       | 开关              |
| $C$       | 电容器       | $T$       | 变压器、晶体管         |
| $C_{in}$  | 输入电容      | $v_i$     | 交流输入电压          |
| $C_{out}$ | 输出电容      | $v_o$     | 交流输出电压          |
| $D$       | 二极管       | $V_{in}$  | 直流输入电压          |
| $E$       | 直流电源电压    | $V_{out}$ | 直流输出电压          |
| $I$       | 电流        | $V_{CC}$  | TTL 集成电路集电极电源电压 |
| $I_{in}$  | 输入电流      | $V_{DD}$  | MOS 型集成电路漏极电源电压 |
| $I_{LED}$ | LED 上导电电流 | $V_{EE}$  | TTL 集成电路发射极电源电压 |
| $I_{out}$ | 输出电流      | $V_F$     | 反馈电压值           |
| $L$       | 电感器       | $V_{GG}$  | MOS 型集成电路栅极电源电压 |
| $LL$      | 左腿导联      | $V_{in}$  | 输入电压            |
| $N$       | 电子型半导体    | $V_{LED}$ | LED 导通时管压降      |
| $P$       | 空穴型半导体    | $V_{out}$ | 输出电压            |
| $PC$      | Cds 光电池   | $V_{REF}$ | 参考电压            |
| $R$       | 电阻器       | $V_{SS}$  | MOS 型集成电路源极电源电压 |
| $RA$      | 右臂导联      | $V_+$     | 集成运算放大器正电源电压    |
| $R_F$     | 反馈电阻      | $V_-$     | 集成运算放大器负电源电压    |
| $R_i$     | 输入电阻      | $\tau$    | 时间常数            |
| $RL$      | 右腿导联      | $\omega$  | 角频率             |

表 2 本书所介绍的集成电路与微机应用实例速查表

| TTL           | 页码  | MOS/NMOS/CMOS   | 页码 | MOS/NMOS/CMOS      | 页码  | 线性集成块    | 页码  |
|---------------|-----|-----------------|----|--------------------|-----|----------|-----|
| 7400/74LS00   | 103 | 4001            | 18 | MOS-8051/8751/8031 | 73  | 555      | 171 |
| 7402/74LS02   | 110 | 4011            | 12 | 83C552/80C552      | 76  | 556      | 175 |
| 7404/74LS04   | 118 | 4012            | 16 | MCS-96             | 78  | 566      | 181 |
| 7408/74LS08   | 109 | 4013            | 29 | PSD3XX             | 82  | 567      | 177 |
| 74LS10        | 106 | 4017            | 33 | PSD4XX             | 87  | 723      | 150 |
| 74LS13        | 114 | 4020            | 32 | PSD5XX             | 91  | 741      | 151 |
| 74LS20        | 107 | 4021            | 31 | MM5871             | 100 | 1458     | 155 |
| 74LS27        | 112 | 4023            | 15 | S2688/MM5837       | 99  | 7805     | 147 |
| 74LS30        | 108 | 4027            | 30 | S50240             | 98  | 7812     | 147 |
| 74LS32        | 110 | 4028            | 27 | SAD1024A           | 96  | 7815     | 147 |
| 7441          | 122 | 4046            | 37 | SN76477            | 94  | 7905     | 148 |
| 7447/74LS47   | 126 | 4049            | 20 | SN76488            | 94  | 7912     | 148 |
| 7448          | 127 | 4050            | 21 |                    |     | 7915     | 148 |
| 74LS51        | 121 | 4051            | 22 |                    |     | 9400     | 179 |
| 7473/74LS73   | 130 | 4066            | 24 |                    |     | 4N25     | 184 |
| 7474/74LS74   | 129 | 4070            | 19 |                    |     | AD620    | 163 |
| 7475/74LS75   | 132 | 4511            | 25 |                    |     | LF353    | 156 |
| 7476/74LS76   | 131 | 4518            | 34 |                    |     | LM78XX   | 147 |
| 74LS85        | 119 | 4543            | 26 |                    |     | LM79XX   | 148 |
| 7490/74LS90   | 139 | MC14543         | 26 |                    |     | LM317    | 149 |
| 7492/74LS92   | 140 | MM5369          | 28 |                    |     | LM324    | 158 |
| 74LS93        | 141 | 2102L           | 39 |                    |     | LM334    | 183 |
| 74LS123       | 129 | 2114L14045      | 41 |                    |     | LM339    | 162 |
| 74LS132       | 115 | 6116            | 43 |                    |     | LM386    | 182 |
| 74LS138       | 123 | 8155            | 44 |                    |     | LM566    | 181 |
| 74LS151       | 121 | 8355            | 45 |                    |     | LM567    | 177 |
| 74LS154       | 124 | 8755            | 45 |                    |     | LM723CH  | 150 |
| 74LS157       | 120 | 2716            | 48 |                    |     | LM1458CN | 155 |
| 74LS161       | 142 | ADC0808         | 51 |                    |     | LM3900   | 161 |
| 74LS164       | 138 | ADC1210/ADC1211 | 52 |                    |     | LM3909   | 165 |
| 74LS175       | 133 | AD574           | 54 |                    |     | LM3914   | 167 |
| 74192/74LS192 | 143 | AD558           | 56 |                    |     | LM3915   | 170 |
| 74193/74LS193 | 144 | DAC0832         | 58 |                    |     | TL084    | 157 |
| 74LS194       | 138 | Z80             | 59 |                    |     |          |     |
| 74LS196       | 145 | 8085A           | 61 |                    |     |          |     |
| 74LS273       | 134 | NSC800          | 64 |                    |     |          |     |
| 74LS367       | 116 | 8086            | 68 |                    |     |          |     |
| 74LS368       | 117 | 8088            | 66 |                    |     |          |     |
| 74LS373       | 135 | 80286           | 70 |                    |     |          |     |
| 74LS374       | 136 | 80386           | 72 |                    |     |          |     |

# 目 录

## 第一章 电子元器件及电路概要

|       |                      |     |
|-------|----------------------|-----|
| 1.0   | 导言 .....             | (1) |
| 1.1   | 无源元件 .....           | (1) |
| 1.1.1 | 电阻器 .....            | (1) |
| 1.1.2 | 电容器 .....            | (2) |
| 1.2   | 半导体分立器件 .....        | (3) |
| 1.2.1 | 整流二极管 .....          | (3) |
| 1.2.2 | 稳压二极管 .....          | (3) |
| 1.2.3 | 发光二极管(LED) .....     | (4) |
| 1.2.4 | 晶体三极管 .....          | (4) |
| 1.3   | 二进制及门电路 .....        | (4) |
| 1.3.1 | 二进制 .....            | (4) |
| 1.3.2 | 逻辑门及其输入/输出逻辑关系 ..... | (4) |
| 1.4   | 运算放大器的基本分析 .....     | (6) |
| 1.5   | 集成电路引线与集成电路的保存 ..... | (7) |
| 1.6   | 电路组装 .....           | (8) |

## 第二章 MOS/CMOS/NMOS 数字集成电路

|       |                                 |      |
|-------|---------------------------------|------|
| 2.0   | 导言 .....                        | (9)  |
| 2.0.1 | 概述 .....                        | (9)  |
| 2.0.2 | 使用须知 .....                      | (9)  |
| 2.0.3 | 保护性措施 .....                     | (9)  |
| 2.0.4 | 与 CMOS 器件接口的电路 .....            | (10) |
| 2.0.5 | CMOS 时钟电路 .....                 | (11) |
| 2.0.6 | CMOS 集成电路的故障检查 .....            | (11) |
| 2.1   | 门电路 .....                       | (12) |
| 2.1.1 | CD4011(即 4011)——四 2 输入与非门 ..... | (12) |
| 2.1.2 | CD4023(即 4023)——三 3 输入与非门 ..... | (15) |
| 2.1.3 | CD4012(即 4012)——双 4 输入与非门 ..... | (16) |
| 2.1.4 | CD4001(即 4001)——四 2 输入或非门 ..... | (18) |
| 2.1.5 | CD4070(即 4070)——四 2 输入异或门 ..... | (19) |
| 2.1.6 | CD4049(即 4049)——六反相缓冲器 .....    | (20) |



|       |                                                           |      |
|-------|-----------------------------------------------------------|------|
| 2.1.7 | CD4050(即 4050)——六同相缓冲器 .....                              | (21) |
| 2.2   | 组合逻辑集成电路 .....                                            | (22) |
| 2.2.1 | CD4051(即 4051)——八通道模拟转换开关 .....                           | (22) |
| 2.2.2 | CD4066(即 4066)——四双向模拟转换开关 .....                           | (24) |
| 2.2.3 | CD4511(即 4511)——BCD/七段显示锁存/译码/驱动器 .....                   | (25) |
| 2.2.4 | CD4543(即 4543 或 MCI4543)——BCD/<br>七段液晶显示锁存/译码/驱动器 .....   | (26) |
| 2.2.5 | CD4028BCD/十进制译码器 .....                                    | (27) |
| 2.3   | 时序逻辑集成电路 .....                                            | (28) |
| 2.3.1 | MM5369(即 5369)——60Hz 时基电路 .....                           | (28) |
| 2.3.2 | CD4013(即 4013)——具有置位/复位的双 D 触发器 .....                     | (29) |
| 2.3.3 | CD4027(即 4027)——具有置位/复位的双 JK 主从触发器 .....                  | (30) |
| 2.3.4 | CD4021(即 4021)——8 位并联输入/串行输出移位寄存器 .....                   | (31) |
| 2.3.5 | CD4020(即 4020)——14 级二进制计数器 .....                          | (32) |
| 2.3.6 | CD4017——十进制计数器 .....                                      | (33) |
| 2.3.7 | CD4518(即 4518)——双 BCD 同步计数器 .....                         | (34) |
| 2.3.8 | MC14553——3 位 BCD 计数器 .....                                | (35) |
| 2.3.9 | CD4046/4046——锁相环 .....                                    | (37) |
| 2.4   | 随机存取存储器(RAM) .....                                        | (39) |
| 2.4.1 | 2102L——1024 位静态 RAM .....                                 | (39) |
| 2.4.2 | 2114L——1024×4 位静态 RAM .....                               | (41) |
| 2.4.3 | 6116——2048×8 位高速静态 RAM .....                              | (43) |
| 2.4.4 | 8155/8156——2048 位静态 RAM 多功能芯片 .....                       | (44) |
| 2.5   | 只读存储器(ROM/PROM/EPROM) .....                               | (45) |
| 2.5.1 | 8755A(8755A—2)/8355——带 I/O 口的 2048×8 位 EPROM/ROM<br>..... | (45) |
| 2.5.2 | 2716——2048×8 位 EPROM .....                                | (48) |
| 2.6   | A/D 与 D/A 转换器 .....                                       | (51) |
| 2.6.1 | ADC0808/ADC0809——8 位八通道 A/D 转换器 .....                     | (51) |
| 2.6.2 | ADC1210(ADC1211)——12 位 A/D 转换器 .....                      | (52) |
| 2.6.3 | AD574——12 位 A/D 转换器 .....                                 | (54) |
| 2.6.4 | AD558——带锁存器 8 位 D/A 转换器 .....                             | (56) |
| 2.6.5 | DAC0832——8 位 D/A 转换器 .....                                | (58) |
| 2.7   | 微处理器 .....                                                | (59) |
| 2.7.1 | Z80——Zilog 公司 8 位微处理器 .....                               | (59) |
| 2.7.2 | 8085A——Intel 公司 8 位微处理器 .....                             | (61) |
| 2.7.3 | NSC800——国家半导体公司 8 位微处理器 .....                             | (64) |
| 2.7.4 | 8088——Intel 公司的准 16 位微处理器 .....                           | (66) |
| 2.7.5 | 8086——Intel 公司 16 位微处理器 .....                             | (68) |
| 2.7.6 | 80286——Intel 公司 16 位微处理器 .....                            | (70) |

|        |                                        |       |
|--------|----------------------------------------|-------|
| 2.7.7  | 80386——Intel 公司 32 位微处理器 .....         | (72)  |
| 2.8    | 单片微机 .....                             | (73)  |
| 2.8.1  | 8051/8751/8031——Intel 公司的 8 位单片机 ..... | (73)  |
| 2.8.2  | Philips 83C552/87C552/80C552 .....     | (76)  |
| 2.8.3  | MCS-96 系列——Intel 公司的 16 位单片机 .....     | (78)  |
| 2.9    | 可编程单片机通用外围芯片(PSD) .....                | (81)  |
| 2.9.1  | 构成、特点、系列及其与单片机的适配 .....                | (81)  |
| 2.9.2  | PSD3×× .....                           | (82)  |
| 2.9.3  | PSD4×× .....                           | (87)  |
| 2.9.4  | PSD5×× .....                           | (91)  |
| 2.10   | 音乐芯片 .....                             | (94)  |
| 2.10.1 | SN76477N/SN76488N——复合声音发生器 .....       | (94)  |
| 2.10.2 | SAD-1024A——双模拟延迟线 .....                | (96)  |
| 2.10.3 | S50240——高 8 度音合成器 .....                | (98)  |
| 2.10.4 | S2688/MM5837N——噪音发生器 .....             | (99)  |
| 2.10.5 | MM5871——节奏模式发生器 .....                  | (100) |

### 第三章 TTL 数字集成电路

|        |                                  |       |
|--------|----------------------------------|-------|
| 3.0    | 导言 .....                         | (102) |
| 3.0.1  | 使用须知 .....                       | (102) |
| 3.0.2  | TTL 集成电路故障检查 .....               | (102) |
| 3.1    | 门电路 .....                        | (103) |
| 3.1.1  | 7400/74LS00——四 2 输出正与非门 .....    | (103) |
| 3.1.2  | 74LS10——三 3 输入正与非门 .....         | (106) |
| 3.1.3  | 74LS20——双 4 输入正与非门 .....         | (107) |
| 3.1.4  | 74LS30——单 8 输入正与非门 .....         | (108) |
| 3.1.5  | 7408/74LS08——四 2 输入正与门 .....     | (109) |
| 3.1.6  | 74LS32——四 2 输入正或门 .....          | (110) |
| 3.1.7  | 7402/74LS02——四 2 输入正或非门 .....    | (111) |
| 3.1.8  | 74LS27——三 3 输入正或非门 .....         | (112) |
| 3.1.9  | 74LS51——双 2 输入正与或非门 .....        | (113) |
| 3.1.10 | 74LS13——双 4 输入与非施密特触发器 .....     | (114) |
| 3.1.11 | 74LS132——四 2 输入正与非施密特触发器 .....   | (115) |
| 3.1.12 | 74LS367——六缓冲器(三态输出) .....        | (116) |
| 3.1.13 | 74LS368——六反相器(三态输出) .....        | (117) |
| 3.1.14 | 7404/74LS04——六反相器 .....          | (118) |
| 3.2    | 组合逻辑集成电路 .....                   | (119) |
| 3.2.1  | 74LS85——4 位幅值比较器 .....           | (119) |
| 3.2.2  | 74LS157——四 1/2 线数据选择器/多路开关 ..... | (120) |
| 3.2.3  | 74LS151——1/8 线数据选择器/多路开关 .....   | (121) |

|        |                                          |       |
|--------|------------------------------------------|-------|
| 3.2.4  | 7441——BCD/十进制译码器 .....                   | (122) |
| 3.2.5  | 74LS138——3/8 线译码器/分配器 .....              | (123) |
| 3.2.6  | 74154/74LS154——4/16 线译码器/分配器 .....       | (124) |
| 3.2.7  | 7447/74LS47——BCD/七段译码器/驱动器(共阳极) .....    | (126) |
| 3.2.8  | 7448——BCD/七段译码器/驱动器(共阴极) .....           | (127) |
| 3.3    | 时序逻辑集成电路 .....                           | (128) |
| 3.3.1  | 74LS123——带清零可再触发双单稳态多谐振荡器 .....          | (128) |
| 3.3.2  | 7474/74LS74——带预置和清零的正沿触发双 D 触发器 .....    | (129) |
| 3.3.3  | 7473/74LS73——带清零双 JK 触发器 .....           | (130) |
| 3.3.4  | 7476/74LS76——带预置和清零的双 JK 触发器 .....       | (131) |
| 3.3.5  | 7475/74LS75——4 位双稳锁存器 .....              | (132) |
| 3.3.6  | 74LS175——带清零的四 D 触发器 .....               | (133) |
| 3.3.7  | 74LS273——带清零的八 D 触发器 .....               | (134) |
| 3.3.8  | 74LS373——正电平触发的八 D 触发器 .....             | (135) |
| 3.3.9  | 74LS374——正沿触发的八 D 触发器 .....              | (136) |
| 3.3.10 | 74LS164——8 位并行输出串行移位寄存器 .....            | (137) |
| 3.3.11 | 74LS194——4 位双向通用移位寄存器 .....              | (138) |
| 3.3.12 | 7490/74LS90——十进制计数器 .....                | (139) |
| 3.3.13 | 7492/74LS92——十二分频计数器 .....               | (140) |
| 3.3.14 | 7493/74LS93——4 位二进制计数器 .....             | (141) |
| 3.3.15 | 74LS161——同步 4 位二进制计数器 .....              | (142) |
| 3.3.16 | 74192/74LS192——带清零的同步 BCD 可逆双时钟计数器 ..... | (143) |
| 3.3.17 | 74193/74LS193——带清零的同步可逆双时钟计数器 .....      | (144) |
| 3.3.18 | 74LS196——30MHz 可预置十进制计数器/锁存器 .....       | (145) |

## 第四章 线性集成电路(LIC)

|       |                                    |       |
|-------|------------------------------------|-------|
| 4.0   | 导言 .....                           | (146) |
| 4.1   | 稳压器 .....                          | (146) |
| 4.1.1 | LM78××——正稳压器 .....                 | (147) |
| 4.1.2 | LM79××——负稳压器 .....                 | (148) |
| 4.1.3 | LM317——1.2/37V 稳压器 .....           | (149) |
| 4.1.4 | LM723CH——2/37V 稳压器 .....           | (150) |
| 4.2   | 运算放大器 .....                        | (151) |
| 4.2.1 | 741——单运算放大器 .....                  | (151) |
| 4.2.2 | LM1458CN/1458——双运算放大器 .....        | (155) |
| 4.2.3 | LF353N/353——双运算放大器(结型场效应管输入) ..... | (156) |
| 4.2.4 | TL084C——四运算放大器 .....               | (157) |
| 4.2.5 | LM324N/324——四运算放大器 .....           | (158) |
| 4.2.6 | LM3900N/3900——四运算放大器 .....         | (161) |
| 4.2.7 | LM339N/339——四电压比较器 .....           | (162) |

|       |                             |       |
|-------|-----------------------------|-------|
| 4.2.8 | AD620——仪表放大器                | (163) |
| 4.3   | LED 闪光器                     | (165) |
| 4.3.1 | LM3909N/3909——LED 闪光驱动器/振荡器 | (165) |
| 4.3.2 | LM3914N/3914——点/条显示驱动器      | (167) |
| 4.3.3 | LM3915N/3915——点/条显示驱动器      | (170) |
| 4.4   | 定时器                         | (171) |
| 4.4.1 | LM555N/555——定时器             | (171) |
| 4.4.2 | LM556N/556——双 555 定时器       | (175) |
| 4.5   | 音调解码器                       | (177) |
| 4.5.1 | LM567/567——音调解码器            | (177) |
| 4.5.2 | 9400——V/F 与 F/V 转换器         | (179) |
| 4.5.3 | LM566N/566——压控振荡器           | (181) |
| 4.6   | 音频放大器                       | (182) |
| 4.6.1 | LM386N(即 336)——低电压音频放大器     | (182) |
| 4.6.2 | LM334——温度传感器与可调电流源          | (183) |
| 4.7   | 4N××——光电耦合器                 | (184) |
| 4.7.1 | 线性应用                        | (184) |
| 4.7.2 | 非线性应用                       | (186) |

## 第五章 集成电路与微机芯片系列

|       |                                           |       |
|-------|-------------------------------------------|-------|
| 5.0   | 导言                                        | (188) |
| 5.1   | CD4000(MC14000 系列)CMOS 数字集成电路系列           | (190) |
| 5.2   | 微处理器、单片机及其支持芯片                            | (194) |
| 5.2.1 | 微处理器与单片机                                  | (194) |
| 5.2.2 | 微处理器与单片机的外围支持芯片                           | (199) |
| 5.2.3 | 随机存取存储器(RAM)                              | (204) |
| 5.2.4 | 只读存储器(ROM/PROM/EPROM/E <sup>2</sup> PROM) | (207) |
| 5.3   | 74LS 系列集成电路*                              | (210) |
| 5.4   | 线性集成电路系列                                  | (214) |
| 5.4.1 | LM 系列线性稳压器                                | (214) |
| 5.4.2 | *线性接口集成电路                                 | (216) |
| 5.4.3 | XR 系列线性集成电路                               | (217) |
| 5.4.4 | CA 系列线性集成电路                               | (218) |
| 5.4.5 | LM 系列线性集成电路                               | (218) |
| 5.4.6 | AD 公司系列                                   | (221) |
| 5.4.7 | 其他                                        | (221) |
| 5.5   | 数据采集功能片                                   | (222) |
| 5.5.1 | 传感器                                       | (222) |
| 5.5.2 | 滤波器                                       | (222) |
| 5.5.3 | 多路模拟转换开关                                  | (222) |

|       |                          |       |
|-------|--------------------------|-------|
| 5.5.4 | 采样与保持电路.....             | (222) |
| 5.5.5 | A/D 转换器 .....            | (223) |
| 5.5.6 | D/A 转换器 .....            | (224) |
| 5.6   | 光电耦合器件 .....             | (225) |
| 5.6.1 | 标准六脚光电耦合器件.....          | (225) |
| 5.6.2 | 单/双/四路光电耦合器件.....        | (225) |
| 5.6.3 | 三端双向晶闸管开关光电耦合器件.....     | (226) |
| 5.6.4 | 晶体管输出光电耦合器件.....         | (226) |
| 5.7   | 电话/键盘功能片.....            | (227) |
| 5.8   | 用于无线电、电视及其附加功能片.....     | (227) |
| 5.9   | CPLD(复杂 PLD)系列 .....     | (228) |
| 附录 1  | 本书所用的英文缩写词英汉对照表 .....    | (231) |
| 附录 2  | 我国常用电子元器件符号表 .....       | (233) |
| 附录 3  | 国际通用与我国部颁基本逻辑符号对照表 ..... | (234) |
| 附录 4  | 国际主要半导体公司生产点 .....       | (235) |
| 参考文献  | .....                    | (237) |

# 第一章 电子元器件及电路概要

## 1.0 导 言

在电子电路的设计和调整过程中,常常遇到这样的问题:能否用一只  $0.22\mu\text{F}$  的电容器来代替另一只  $0.10\mu\text{F}$  的电容器?如何正确选择元器件以构成一个完整的电子电路?这些正是本章所要涉及的问题。尽管这是一些带有复习性质的问题,但对使用本书的工程技术人员来说,特别是对电子技术应用爱好者来说,重温这些内容,仍将有所收益。

## 1.1 无源元件

在电子电路的设计中,无源元件包括电阻、电容及电感三种元件。就集成电路而言,电阻、电容(小容量的)是较易集成的;就外电路来说,接触到的无源元件,主要还是电阻和电容。故在这里,着重介绍应用量多面广的电阻和电容元件。

### 1.1.1 电阻器

顾名思义,电阻是限制通过物体电流大小能力的器件。若在电阻(以  $R$  表示)的两端加上 1 伏(V)的电压(以  $E$  表示),当通过其上的电流(以  $I$  表示)为 1 安培(A)时,则称该电阻的阻值为 1 欧姆( $\Omega$ )。其关系式为

$$R = \frac{E}{I} (\text{欧姆}) \quad \text{或} \quad I = \frac{E}{R} (\text{安培})$$

这就是众所周知的欧姆定律的两种不同的表达式。阻值及其误差大小,通常采用色环来加以标记,如图 1.1.1(1)所示。此图的两条色环表示阻值( $\Omega$ )。有时另附第 4 条色环,用以标记电阻的误差值。例如,金色表示误差为  $\pm 5\%$ ,银色表示误差为  $\pm 10\%$ 。凡未有第 4 条色环标记的,通常表示误差为  $\pm 20\%$ 。阻值误差的存在,使得电阻的替换变得更为方便了。例如,当你需要  $2.0\text{k}\Omega$  的电阻,而手头只有  $1.8\text{k}\Omega$  电阻时,可用  $1.8\text{k}\Omega$  加以替换,其误差在规定的范围( $\pm 10\% \sim \pm 20\%$ )之内。至于阻值末尾出现的 k 字,是 1000 欧姆的缩写符号。M 字表示兆欧或 1000 000 欧姆。当电流通过电阻时,其上将发热。因此,电阻按其体积的大小还给出了功率标称值。当线路中没有给出特定的功率标称值时,通常指的是 1/2 瓦或 1/4 瓦的电阻。

在电路中,电阻通常可用于三个方面:



|    | 第 1 位 | 第 2 位 | 第 3 位(乘数)   |
|----|-------|-------|-------------|
| 颜色 |       |       |             |
| 黑  | 0     | 0     | 1           |
| 棕  | 1     | 1     | 10          |
| 红  | 2     | 2     | 100         |
| 橙  | 3     | 3     | 1 000       |
| 黄  | 4     | 4     | 10 000      |
| 绿  | 5     | 5     | 100 000     |
| 蓝  | 6     | 6     | 1 000 000   |
| 紫  | 7     | 7     | 10 000 000  |
| 灰  | 8     | 8     | 100 000 000 |
| 白  | 9     | 9     | (没有)        |

图 1.1.1(1)

(1)限制流过发光二极管、晶体管、话筒上的电流,以保护这些器件不因过热而烧毁。

(2)用作电压分压器,如图 1.1.1(2)所示。

图中“?”点上的电压值为  $IR_2$ ,其中, $I$ 可表示为

$$I = E/(R_1 + R_2) = 10V/2k\Omega = 0.005A$$

故

$$IR_2 = 0.005A \times 1000\Omega = 5V$$

这种由电阻组成的分压器,不仅可用作晶体管的基极偏置电路,如图 1.1.1(3)所示,还可用作可变分压器,如图 1.1.1(4)所示。

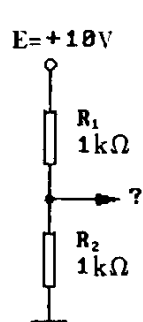


图 1.1.1(2)

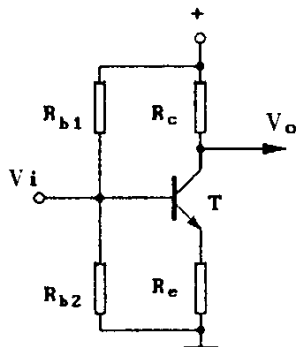


图 1.1.1(3)

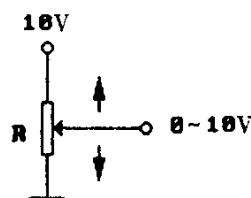


图 1.1.1(4)

(3)可与电容器结合,以控制电容器充、放电的时间常数  $RC$ 。

## 1.1.2 电容器

在集成电路中,电容用于存贮电荷或电能,其大小取决于其存贮电荷的能力。用它可实现隔直流通交流。电容的单位为法拉(F)。考虑到法拉的单位太大,故在实际应用中,常用微法( $\mu F$ )来表示。

$$1 \text{ 微法}(\mu F) = 10^{-6} \text{ 法拉}(F)$$

$$1 \text{ 微微法}(pF) = 10^{-12} \text{ 法拉}(F)$$

电容值通常标于该元件上。小电容值标记为(1~1000),其单位是微微法;大的电容值标记为(0.001~1000),其单位为微法。

电解电容器,体积虽小,容量却大,其引出线上标有极性,如图 1.1.2(1)所示。

电容器上除了标有容量大小外,一般还标有耐压值。选用电容器时,一定要注意耐压值必须高于实际所承受的电压值,以避免电容器过压击穿。

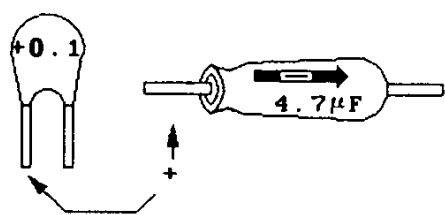


图 1.1.2(1)

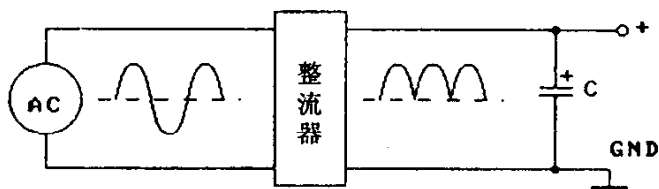


图 1.1.2(2)

断开电源之后,电容器上积累的电荷,不会马上消失。一个大容量的电解电容器,如果快速放电,即使其端电压只有 5V 或者 10V,也可能发生火花烧熔集成电路的引脚。高电压的大电容器,甚至会危及人身安全,更需要引起注意。为此,可在电容器的引出线与公共线(或地线)之间并接适当大小的电阻,如  $1k\Omega$  或大于  $1k\Omega$  的电阻,为电容器提供一条电荷泄放回路。

电容器通常可用于如下几个方面:

(1)用于消除电源电压中出现的尖峰,防止集成电路产生误触发。在实际使用时,可在每块集成电路板的电源与地之间并接  $0.01\sim 0.1\mu\text{F}$  的电容器。

(2)用于整流电压的滤波,使输出的直流电压更为平滑,其容量通常为  $10\sim 10,000\mu\text{F}$ ,如图 1.1.2(2)所示。

(3)隔离直流电压,传送交流电压。

(4)旁路交流分量或滤去脉动成分。

(5)与电阻结合,组成积分电路,如图 1.1.2(3)所示。

(6)与电阻结合,组成微分电路,如图 1.1.2(4)所示。

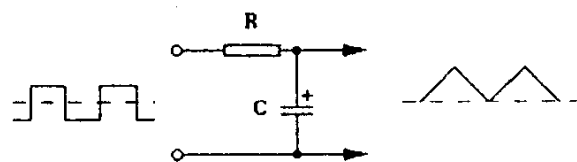


图 1.1.2(3)

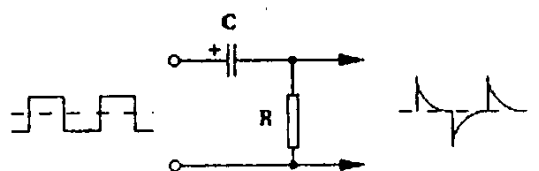


图 1.1.2(4)

(7)用于组成定时电路,如图 1.1.2(5)所示。当按下按钮时,电源将迅速对 C 充电,接着电容通过电阻缓慢地放电,定时的长短取决于放电时间常数  $RC$  的大小。

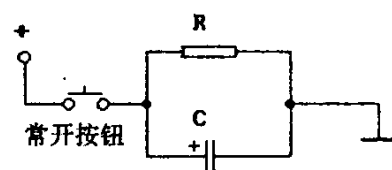


图 1.1.2(5)

(8)利用电容的充放电,控制晶体管的截止与导通。

(9)存贮电荷,以供闪光灯或发光二极管快速放电时用。

在此试问,你能正确地替换电容器吗?从经验上看,多数情况下,如果把电容值改变  $10\%$  甚至  $100\%$ ,对电路来讲,并不会产生严重的后果,但会使其工作状态受到一定的影响。例如,对定时电路而言,定时的长短会随电容的增加而增加;而在滤波器电路中,电容值的变化则会改变滤波器的频率特性。

## 1.2 半导体分立器件

半导体器件通常是由硅材料制成的。使用时,应特别注意其运用极限参数。下面分别对各类半导体分立器件作简要介绍。

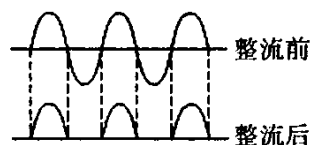


图 1.2.1(1)

### 1.2.1 整流二极管

二极管是一种具有单向导电性能的半导体器件,可用作整流或检波,如图 1.2.1(1)所示。

### 1.2.2 稳压二极管

稳压二极管可作稳定电压用。图 1.2.2(1)给出了一个简单而典型的并联稳压电路及稳压管的外特性曲线。当输入电压超过二极管的反向击穿电压时,稳压二极管  $D_1$  处于反向导通状态,其超过的电压部分,将降落在  $1\text{k}\Omega$  的串联电阻上。

此外,稳压二极管还可以用来保护电压敏感器件,或为电子电路提供一种方便的参考电压源。



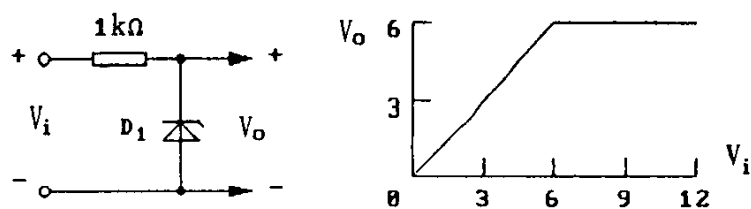
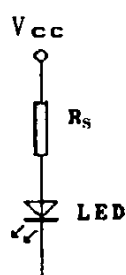


图 1.2.2(1)

### 1.2.3 发光二极管(LED)

LED 在正向偏置电压的作用下,可以发出绿光、黄光、红光或红外光。LED 在使用时要串上一个限流电阻  $R_s$ ,以保证流经 LED 上的电流不超过其最大的允许电流值:

$$I_{LED} = \frac{V_{CC} - V_{LED}}{R_s}$$



如图 1.2.3(1)所示,当红色发光二极管上的压降  $V_{LED}$  为 1.7V,供电电压  $V_{CC}$  为 5V 时,若  $R_s$  的电阻为  $330\Omega$ ,则通过其上的电流  $I=10mA$ ,比 LED 的最大允许电流小( $I_{LED}=20mA$ ),故  $R_s$  起到限流作用。

值得指出的是,红外发光二极管的输出功率比普通可见光发光二极管的大,它能辐射出不可见光,是很好的光源,可用于物体检测及无线电通信。

图 1.2.3(1)

### 1.2.4 晶体三极管

晶体管通常指的是晶体三极管。在本书中,它主要用作简单放大器、LED 的开关及功率驱动器。

## 1.3 二进制及门电路

数字集成电路是一种具有两种状态的电子电路,一态为低电平(L),接近于零或地电位,另一态为高电平(H),接近于集成电路的电源电压。一般用 L 表示 0 态,用 H 表示 1 态。数字集成电路能用来处理二进制数或多位数字。通常 4 位称为半字节,8 位称为一个字节。

### 1.3.1 二进制

首先弄清 0~15 进制数与相应二进制数的关系是十分有用的。如果假设 0 为低电平 L 和 1 为高电平 H,则有如表 1.1 所示的关系。

表 1.1

| 十进制 | 二进制  | 十进制 | 二进制  |
|-----|------|-----|------|
| 0   | 0000 | 8   | 1000 |
| 1   | 0001 | 9   | 1001 |
| 2   | 0010 | 10  | 1010 |
| 3   | 0011 | 11  | 1011 |
| 4   | 0100 | 12  | 1100 |
| 5   | 0101 | 13  | 1101 |
| 6   | 0110 | 14  | 1110 |
| 7   | 0111 | 15  | 1111 |

### 1.3.2 逻辑门及其输入/输出逻辑关系

逻辑门电路至少由两个基本的逻辑门构成。下面给出基本逻辑门的符号及相应的真值表。